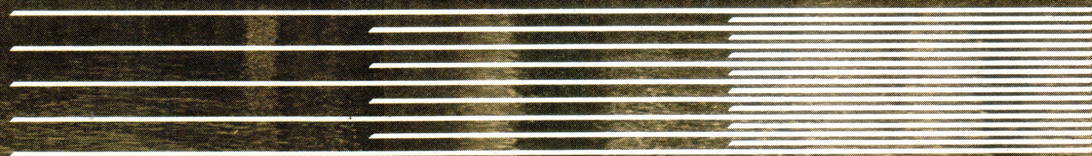
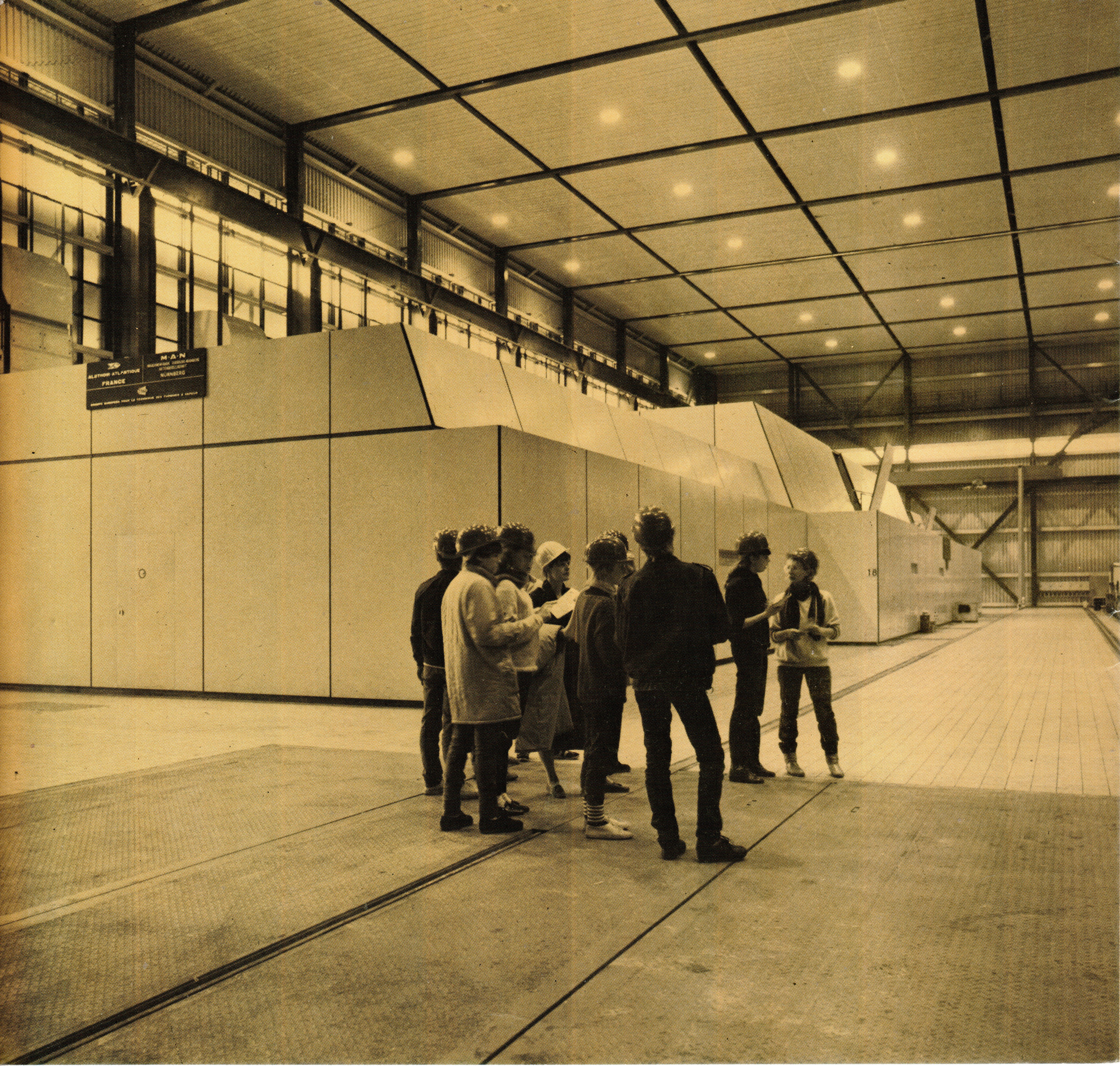
Centrale Gelderland in 't kort



nv Provinciale
Gelderse
Elektriciteits-
Maatschappij

PGEM


M A N
FRANCE
18

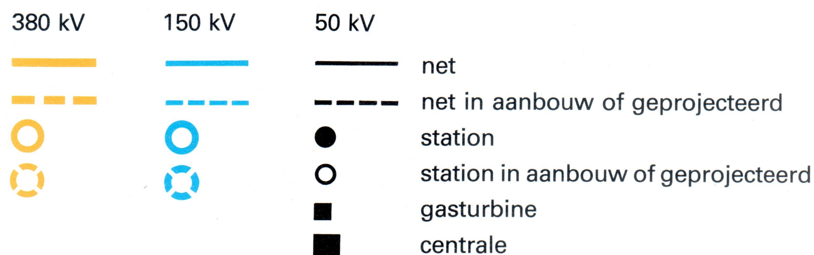
Centrale Gelderland in 't kort



nv Provinciale
Gelderse
Elektriciteits-
Maatschappij

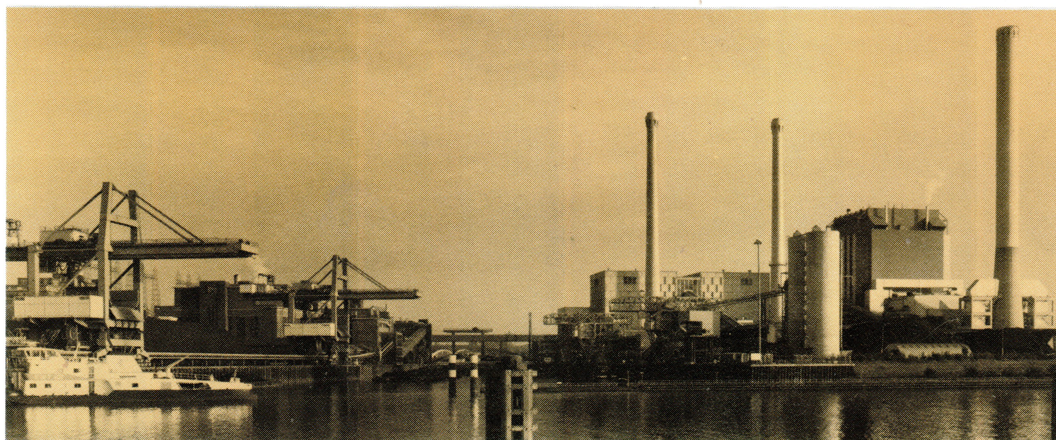
PGEM

Hoogspanningsnet van het voorzieningsgebied (situatie begin 1983)



De nv PGEM

De nv Provinciale Gelderse Elektriciteits-Maatschappij, opgericht in 1915, voorziet de provincie Gelderland en de polders Oostelijk en Zuidelijk Flevoland van elektriciteit.
Het is de taak van de PGEM er voor te zorgen dat in haar voorzieningsgebied de stroomlevering dag en nacht blijft doorgaan en dat er op elk moment zoveel elektrische energie wordt opgewekt als door klein- en grootverbruikers wordt gevraagd.
Zij beschikt daartoe (in 1982) over 2 grote centrale-complexen t.w. één in Nijmegen (centrale Gelderland) met een vermogen van 930 MW en één nabij Lelystad (Flevocentrale) met een vermogen van 885 MW en een kleine gasturbinecentrale (25 MW) in Borculo.
De opgewekte elektriciteit wordt – onder een spanning van 150 000 en 50 000 volt – via een hoogspanningsnet naar alle uithoeken van Gelderland en de polders gebracht. In dat hoogspanningsnet bevinden zich 50 onderstations, ook wel verdeelstations genoemd, waarin de 150 000 en 50 000 volt worden getransformeerd in 10 000 volt.
Ondergrondse kabels brengen de elektriciteit van de onderstations naar een 6 800-tal transformatorhuisjes. Vervolgens brengen laagspanningskabels de elektriciteit onder een spanning van 220 en (hier en daar) 380 volt naar ongeveer 490 000 kleinverbruikers.
Ook voorziet de PGEM grootverbruikers als fabrieken, ziekenhuizen, gemeente-bedrijven, de spoorwegen enz. van elektriciteit.
Levering aan grootverbruikers vindt meestal plaats onder een spanning van 10 000 volt. Deze wordt ter plaatse getransformeerd in de voor de betrokken verbruiker benodigde spanning.

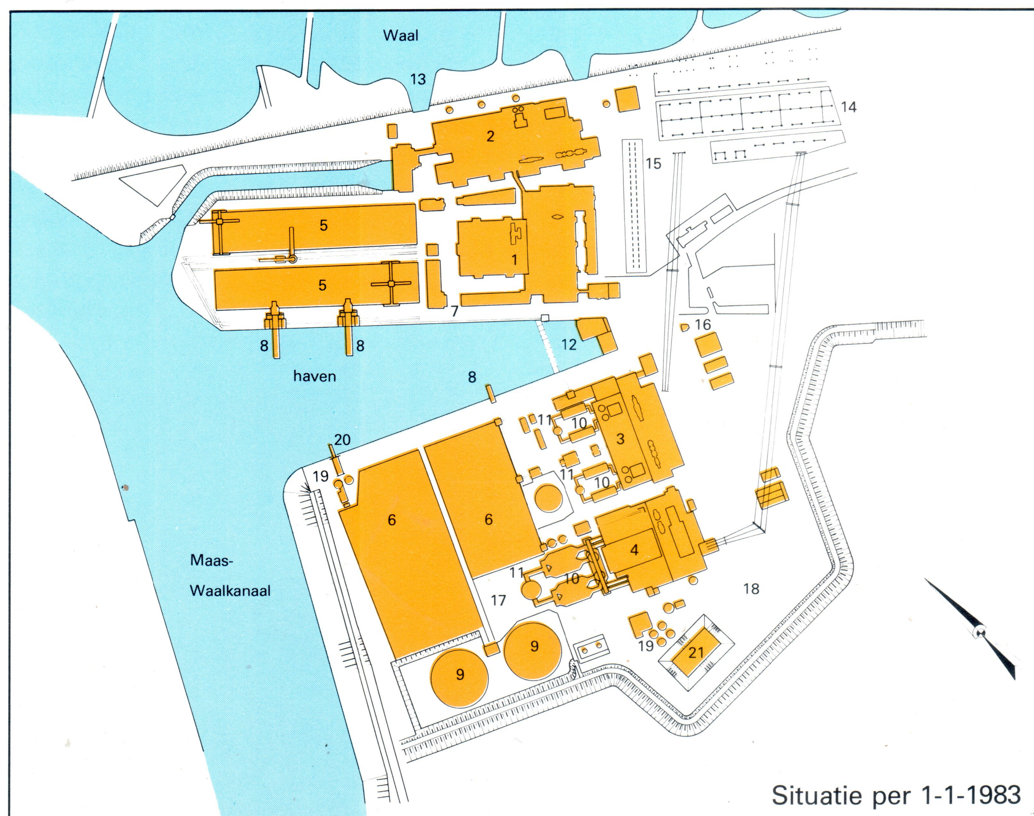


Links ziet u de kranen van kolenpark Noord, rechts kolenpark Zuid met daarachter (v.l.n.r.) produktie-eenheden 11, 12 en 13

De centrale in Nijmegen

Niet altijd is de nv PGEM producent van elektriciteit geweest. Van 1915 tot 1921 heeft de nv PGEM uitsluitend elektriciteit gedistribueerd. Deze werd ingekocht van de gemeenten Arnhem en Nijmegen, die over eigen centrales beschikten.
In 1921 werd de gemeentelijke centrale aan de Waalkade te Nijmegen overgenomen, waardoor de PGEM tevens producent werd.
In de dertiger jaren werd besloten een nieuwe centrale te bouwen, de centrale Gelderland. Daarbij moest rekening worden gehouden met toekomstige uitbreidingen, want de vraag naar elektriciteit nam voortdurend toe.
De nieuwe centrale werd gebouwd op een terrein bij de monding van het Maas-Waalkanaal. In 1935 werden hier de eerste 3 produktie-eenheden, elk met een vermogen van 25 MW, officieel in bedrijf genomen (1 MW = 1 megawatt = 1 000 000 watt).
In de daaropvolgende periode tot 1963 werden er 9 produktie-eenheden aan toegevoegd.

Plattegrond van de centrale Gelderland



1 Centrale Gelderland I
2 Centrale Gelderland II
3 Centrale Gelderland Zuid met eenheden 11 en 12
4 Centrale Gelderland Zuid met eenheid 13
5 Kolenpark Noord
6 Kolenpark Zuid
7 Kolentransportsysteem
8 Kolenloskraan
9 Olietank
10 Vliegasvangers (Elektrostatische filters)
11 Schoorsteen
12 Koelwaterinlaat
13 Koelwateruitlaat
14 150 kV-station
15 50 kV-station
16 Hoofdingang
17 Rookgasontzwavelingsinstallatie*
18 Gipsbereidingsinstallatie*
19 Vliegassilo's
20 Vliegasverladingsinstallatie*
21 Slak-opslagplaats

* Geprojecteerd/In aanbouw

De kranen van kolenpark Noord



1n 1975 kwam een zogenoemde gecombineerde eenheid gereed met een vermogen van 50 MW. Deze produktie-eenheid omvat een gasturbine gecombineerd met een afgassenketel. De gasturbine met de daaraan gekoppelde generator wordt niet door stoom aangedreven maar door hete rookgassen, die ook hier schoepenwielen laten draaien. De nog hete rookgassen die de gasturbine verlaten, worden door een ketel geleid die stoom levert aan één van de stoomturbines uit de dertiger jaren: machine 6.
Inmiddels werden produktie-eenheden 1 t/m 5 en 7 t/m 10 buiten bedrijf gesteld in verband met het bereiken van de maximale levensduur.

In 1981 werd een nieuwe produktie-eenheid (13) met een vermogen van 620 MW in gebruik genomen.

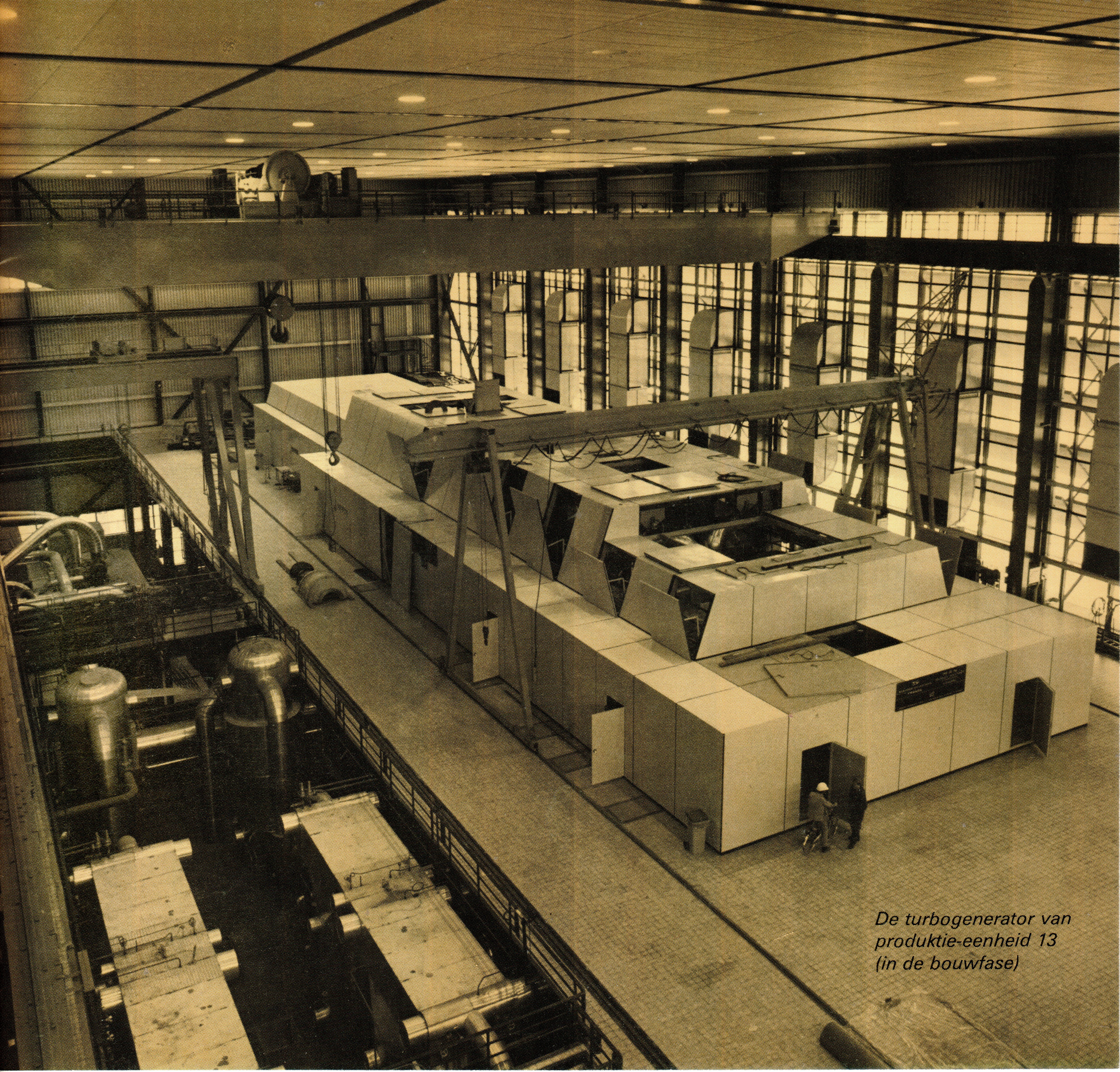
Wat is een produktie-eenheid?

Een produktie-eenheid bestaat in hoofdzaak uit een stoomketel en een stoomturbine met generator.
Een pomp brengt water uit een accumulator (buffervat) onder hoge druk naar de stoomketel. In de ketel wordt dit water verhit en omgezet in stoom. Deze stoom brengt een stoomturbine aan het draaien. De turbine drijft de generator (te vergelijken met een dynamo) aan en deze levert elektriciteit.
De afgewerkte stoom van de turbine wordt opgevangen in een condensor. Daarin condenseert de stoom en wordt als water via de accumulator terug-gevoerd naar de ketel. Hiermee ontstaat een kringloop.

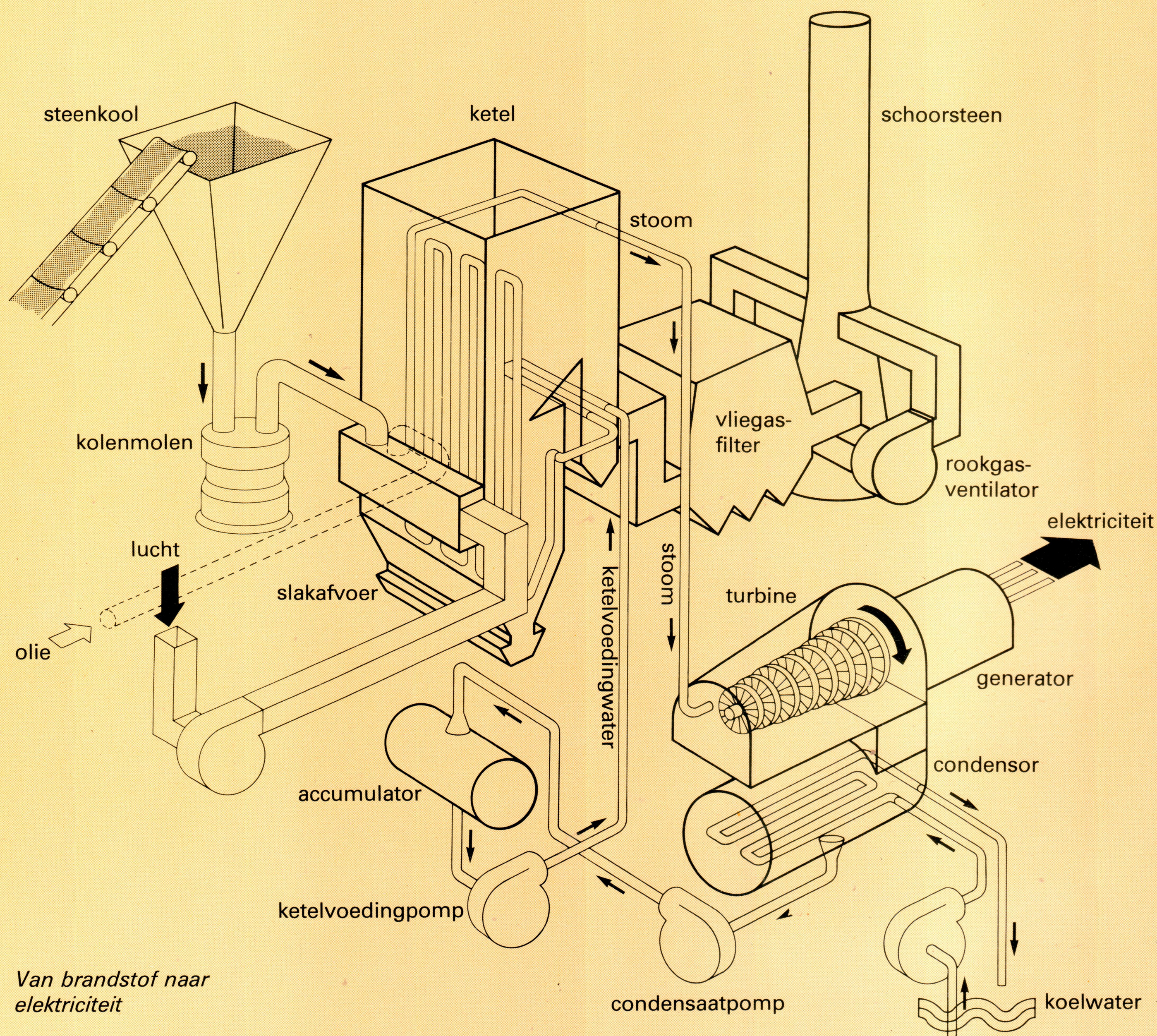
Brandstof

Voor de produktie van stoom is brandstof nodig. De produktie-eenheden van de centrale Gelderland zijn alle ingericht voor het verstoken van olie of steenkool. De meeste eenheden kunnen zelfs gemengd stoken.
Voor een snelle en goede verbranding wordt steenkool tot fijn poeder vermalen en – net als olie – in verstoven vorm in de ketel geblazen.
Om u een idee te geven hoeveel brandstof er nodig is: de ketel van een produktie-eenheid van 620 MW verbruikt bij vol vermogen 210 000 kilo kolen per uur of 140 000 liter zware stookolie.
Op het terrein van de centrale Gelderland staan twee olietanks, elk met een inhoud van 35 miljoen liter.
De kolenopslagplaatsen Noord en Zuid kunnen samen totaal 200 000 ton kolen bergen.

De gasturbine, die deel uitmaakt van de gecombineerde eenheid, kan zowel met aardgas als met lichte olie worden gestookt.



De turbogenerator van produktie-eenheid 13 (in de bouwfase)



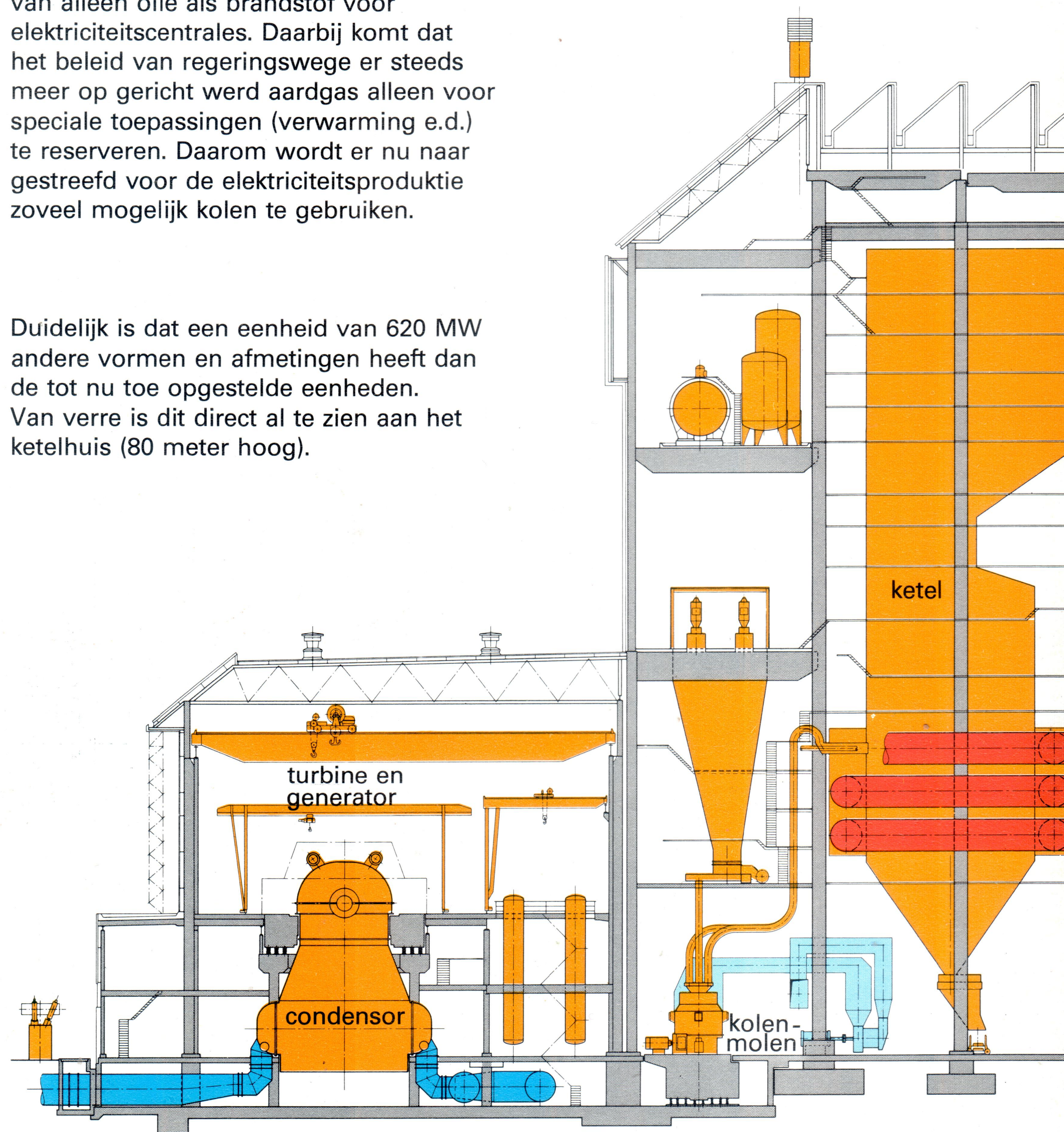
Van brandstof naar elektriciteit

Gas, olie of kolen

De oliecrisis heeft duidelijk gemaakt, dat het niet goed is te veel afhankelijk te zijn van alleen olie als brandstof voor elektriciteitscentrales. Daarbij komt dat het beleid van regeringswege er steeds meer op gericht werd aardgas alleen voor speciale toepassingen (verwarming e.d.) te reserveren. Daarom wordt er nu naar gestreefd voor de elektriciteitsproduktie zoveel mogelijk kolen te gebruiken.

De ketel van produktie-eenheid 13

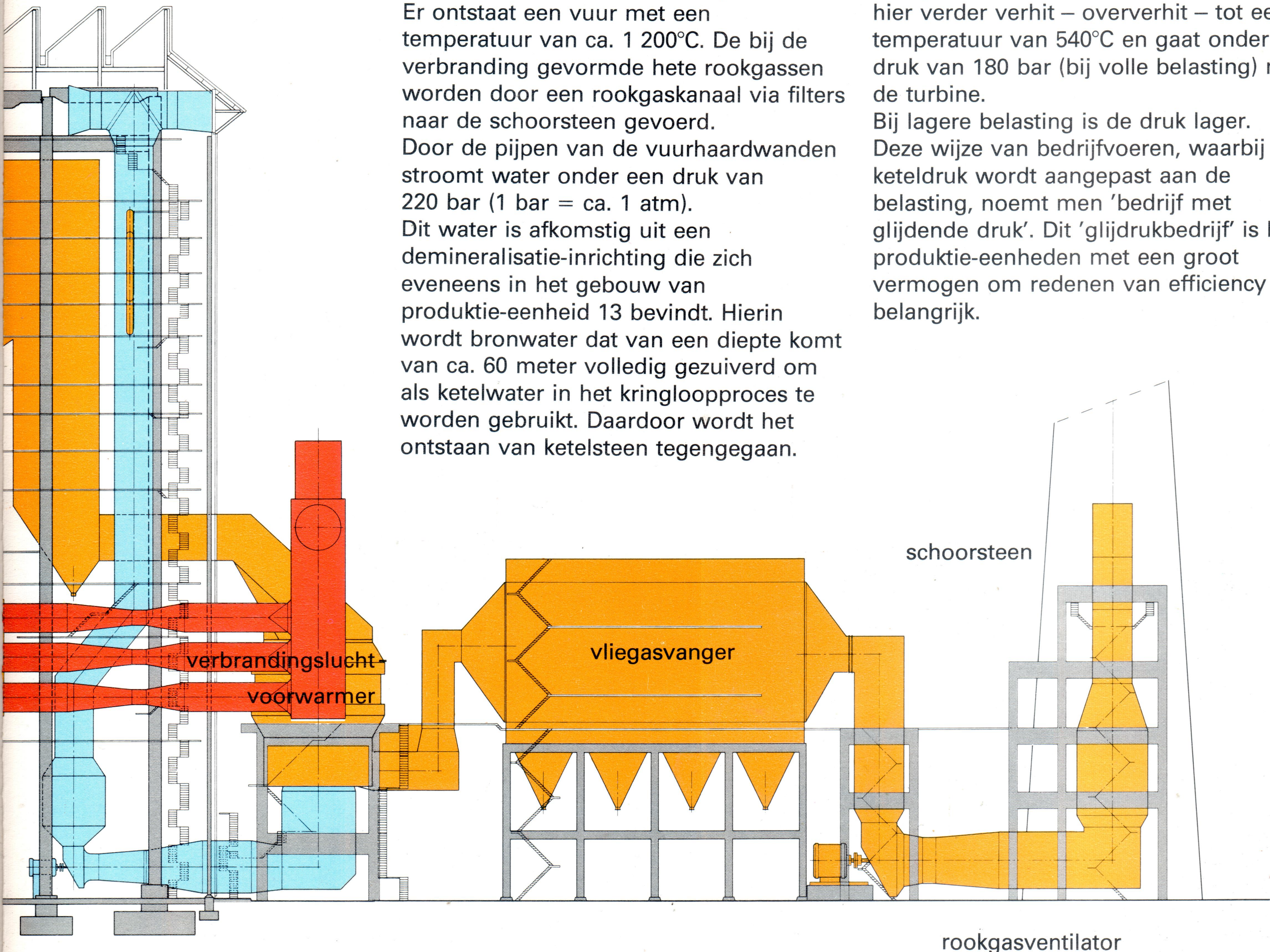
Duidelijk is dat een eenheid van 620 MW andere vormen en afmetingen heeft dan de tot nu toe opgestelde eenheden. Van verre is dit direct al te zien aan het ketelhuis (80 meter hoog).



Doorsnede van ketelhuis en machinezaal van produktie-eenheid 13

Een ketel bestaat voor het grootste deel uit pijpen die dicht naast elkaar liggen. Zij vormen zo vier wanden. De ruimte binnen deze wanden heet vuurhaard. Hier worden brandstof en lucht in geblazen. Er ontstaat een vuur met een temperatuur van ca. 1 200°C. De bij de verbranding gevormde hete rookgassen worden door een rookgaskanaal via filters naar de schoorsteen gevoerd.
Door de pijpen van de vuurhaardwanden stroomt water onder een druk van 220 bar (1 bar = ca. 1 atm).
Dit water is afkomstig uit een demineralisatie-inrichting die zich eveneens in het gebouw van produktie-eenheid 13 bevindt. Hierin wordt bronwater dat van een diepte komt van ca. 60 meter volledig gezuiverd om als ketelwater in het kringloopproces te worden gebruikt. Daardoor wordt het ontstaan van ketelsteen tegengegaan.

Het water in de ketel wordt door het vuur verhit en gaat over in stoom van 350°C. De ontstane stoom wordt vervolgens geleid door pijpenbundels die zich in het rookgaskanaal bevinden. De stoom wordt hier verder verhit – oververhit – tot een temperatuur van 540°C en gaat onder een druk van 180 bar (bij volle belasting) naar de turbine.
Bij lagere belasting is de druk lager.
Deze wijze van bedrijfvoeren, waarbij de keteldruk wordt aangepast aan de belasting, noemt men 'bedrijf met glijdende druk'. Dit 'glijdrukbedrijf' is bij produktie-eenheden met een groot vermogen om redenen van efficiency erg belangrijk.

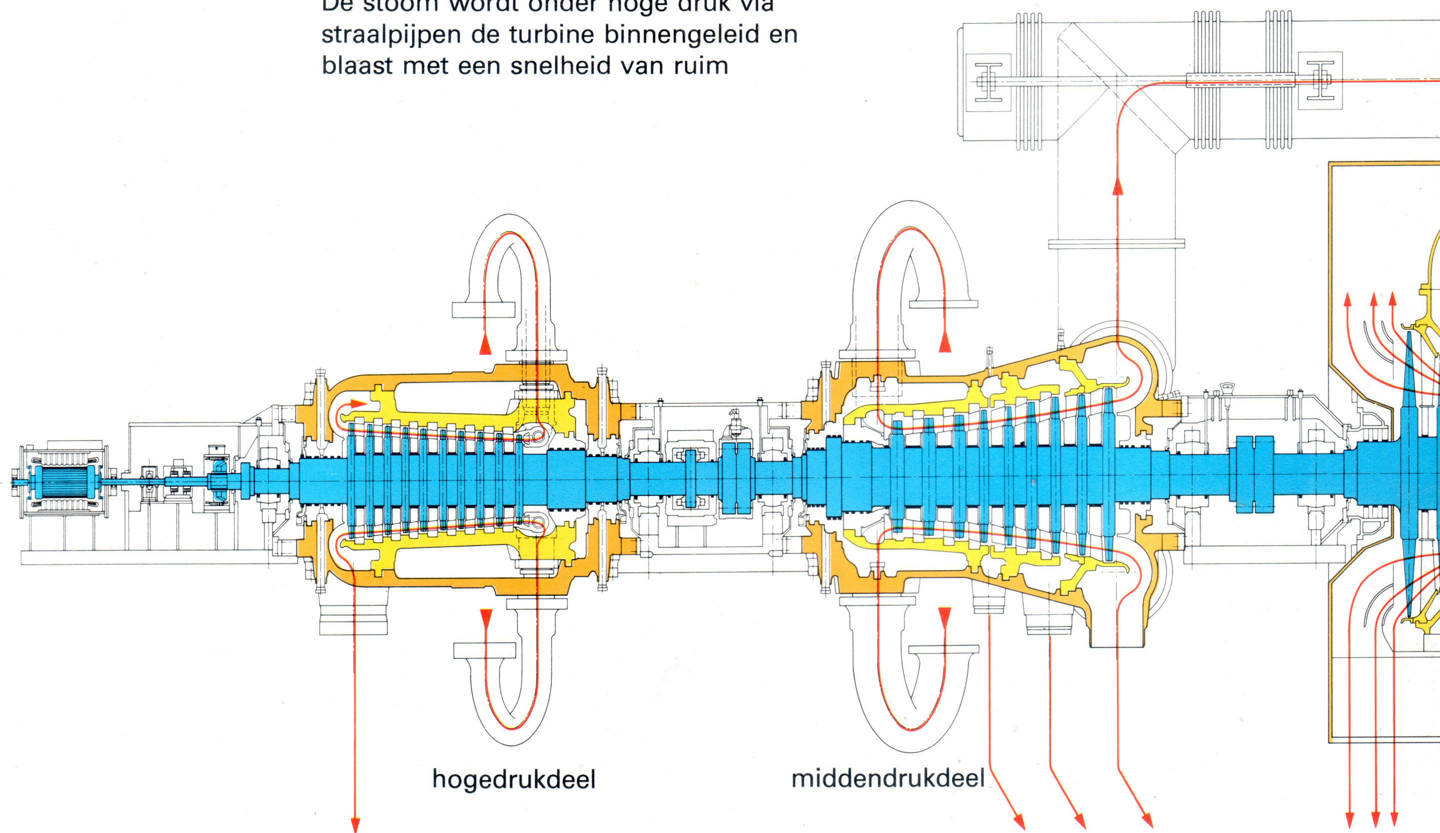


De turbine

Een moderne stoomturbine is samengesteld uit 3 of 4 delen, nl. een hogedrukdeel, een middendrukdeel en één of twee lagedrukdelen. Elk deel bestaat uit een stilstaand huis en een rotor. De rotor is opgebouwd uit een aantal schoepenwielen die achter elkaar op een as zitten. Zo'n schoepenwiel kan worden vergeleken met een veelbladige propeller.

De stoom wordt onder hoge druk via straalpijpen de turbine binnengeleid en blaast met een snelheid van ruim 1 000 km/h tegen de schoepenwielen aan. Deze komen in beweging en draaien de rotor en dus de as rond.

De afgewerkte stoom die de lagedrukdelen van de turbine verlaat, heeft nog maar een temperatuur van 30°C en een druk van 0,05 bar, dat wil zeggen een bijna volledig vacuüm. Deze afgewerkte stoom gaat naar de condensor(s).

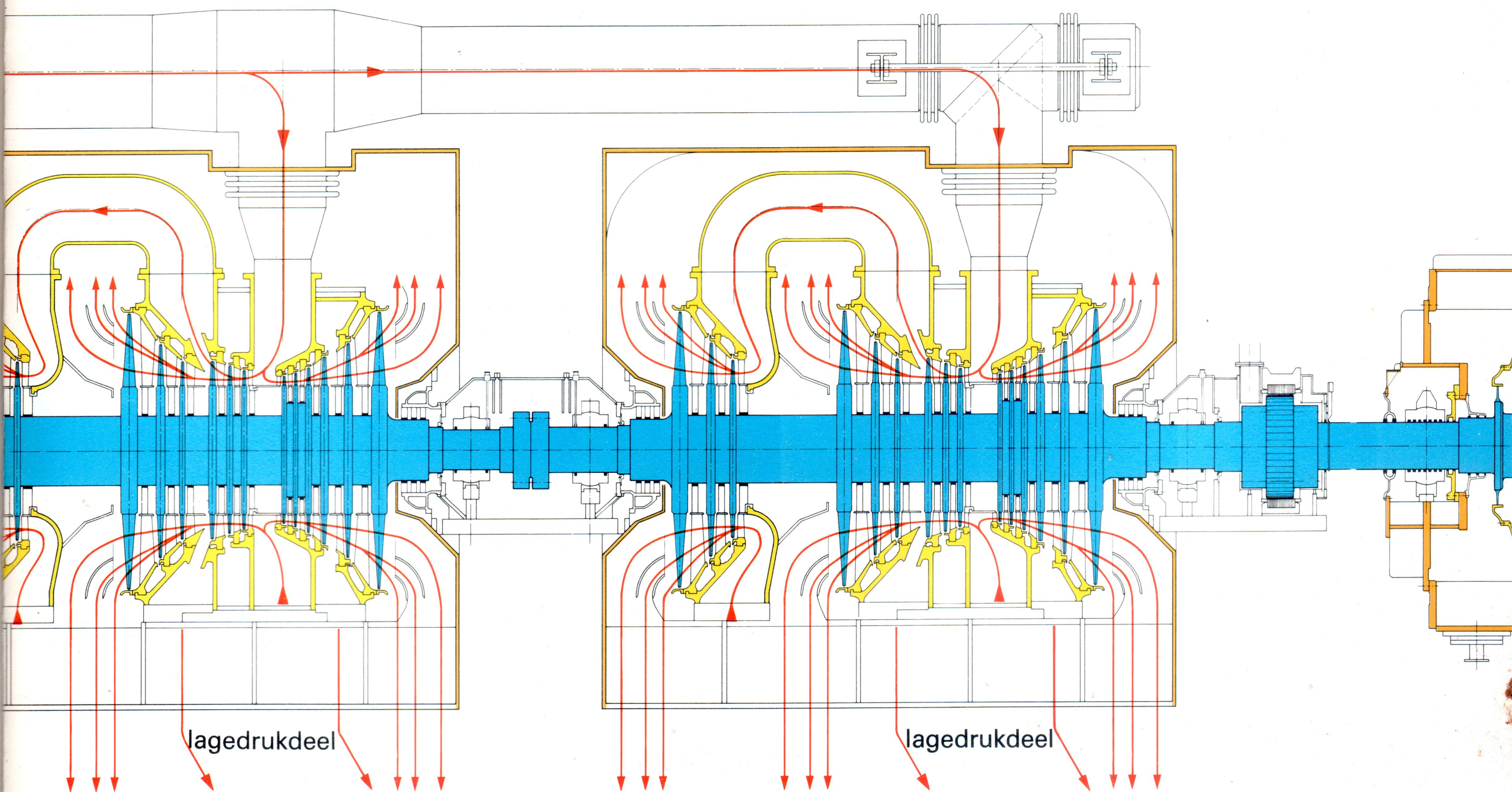


Verticale doorsnede van turbine en generator van produktie-eenheid 13

De generator

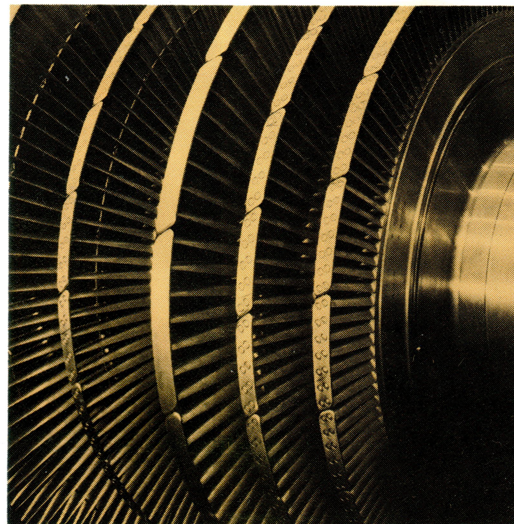
De generator kan worden vergeleken met een grote fietsdynamo. De belangrijkste onderdelen zijn de stator (het stilstaande gedeelte) met daarin de rotor (het draaiende gedeelte). De rotoras is gekoppeld aan de as van de stoomturbine. De combinatie van een turbine en een generator wordt ook wel turbogenerator genoemd.

In de rotor wordt door een hulpgenerator, die aan de as van de generator is gekoppeld, een magnetisch veld opgewekt. Dit magnetische veld roteert met 3 000 omwentelingen per minuut of



wel 50 per seconde tussen de wikkelingen van de stator. Op deze manier ontstaat in de statorwikkelingen een elektrische wisselspanning. Deze heeft een frequentie van 50 hertz.

Het vermogen dat de generator van produktie-eenheid 13 levert, is voldoende om in elk huis van Nederland twee lampen van elk 60 watt te laten branden.



'De rotor is opgebouwd uit een aantal schoepenwielen . . .'

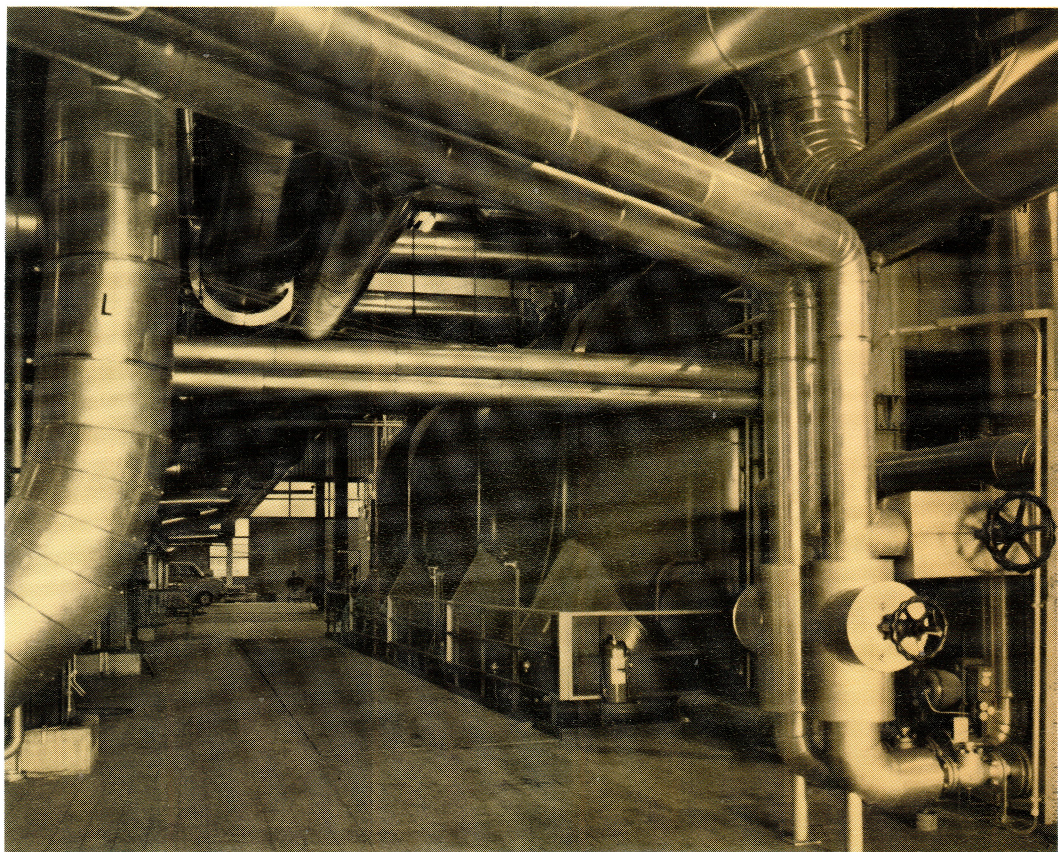
rotor

generator

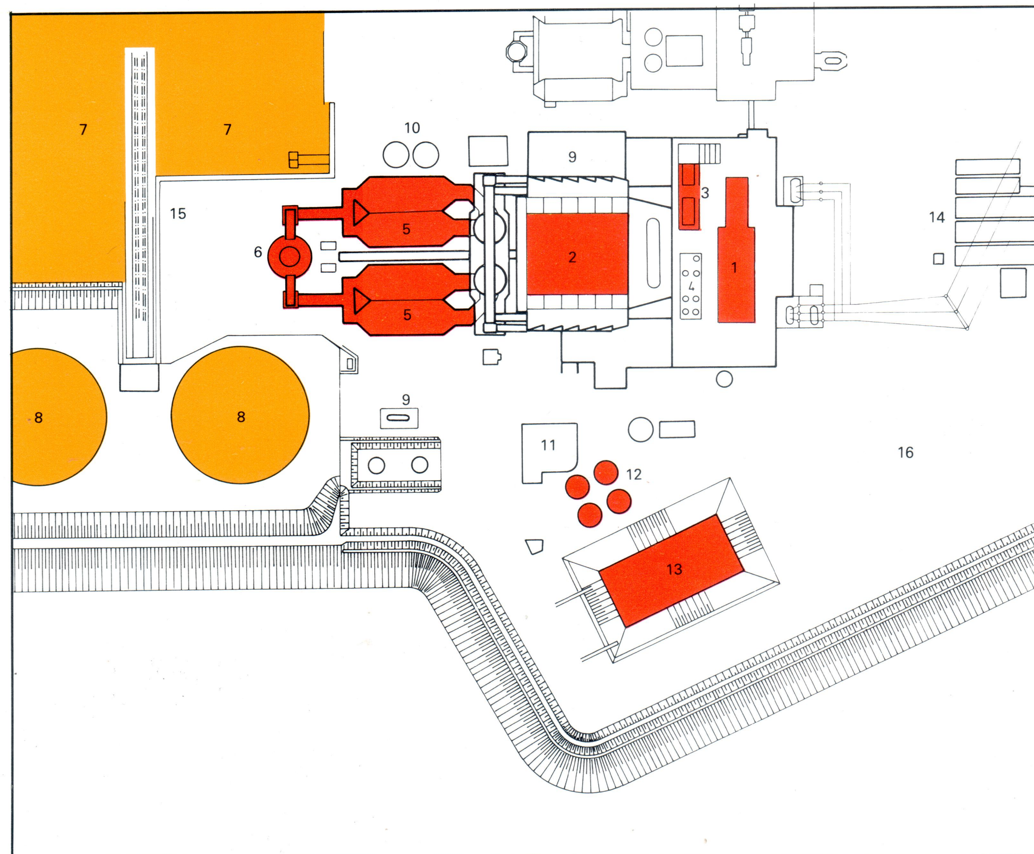
hulpgenerator

De condensor

De condensor, die zich onder de turbine bevindt, is een groot metalen vat waarin zich duizenden pijpjes bevinden. Door deze pijpjes stroomt gefilterd Waalwater. De stoom, komend uit de turbine, strijkt langs de buitenkant van de koude pijpjes, koelt af en condenseert. Deze tot water gecondenseerde stoom – condensaat – wordt eerst naar de accumulator gevoerd. Hierin wordt het condensaat voorgewarmd en de eventueel aanwezige zuurstof verwijderd. Zuurstof tast namelijk de pijpen van de ketel aan.
Vervolgens perst een pomp (de ketelvoedingpomp) dit water – onder een druk die hoger is dan de druk van de te produceren stoom – naar de ketel en het gehele proces begint opnieuw.
De ketelvoedingpomp wordt doorgaans aangedreven door een elektromotor. Bij produktie-eenheid 13 gebeurt dit echter door middel van een stoomturbine van 22 MW. Elektrische aandrijving zou hier minder rendabel zijn.



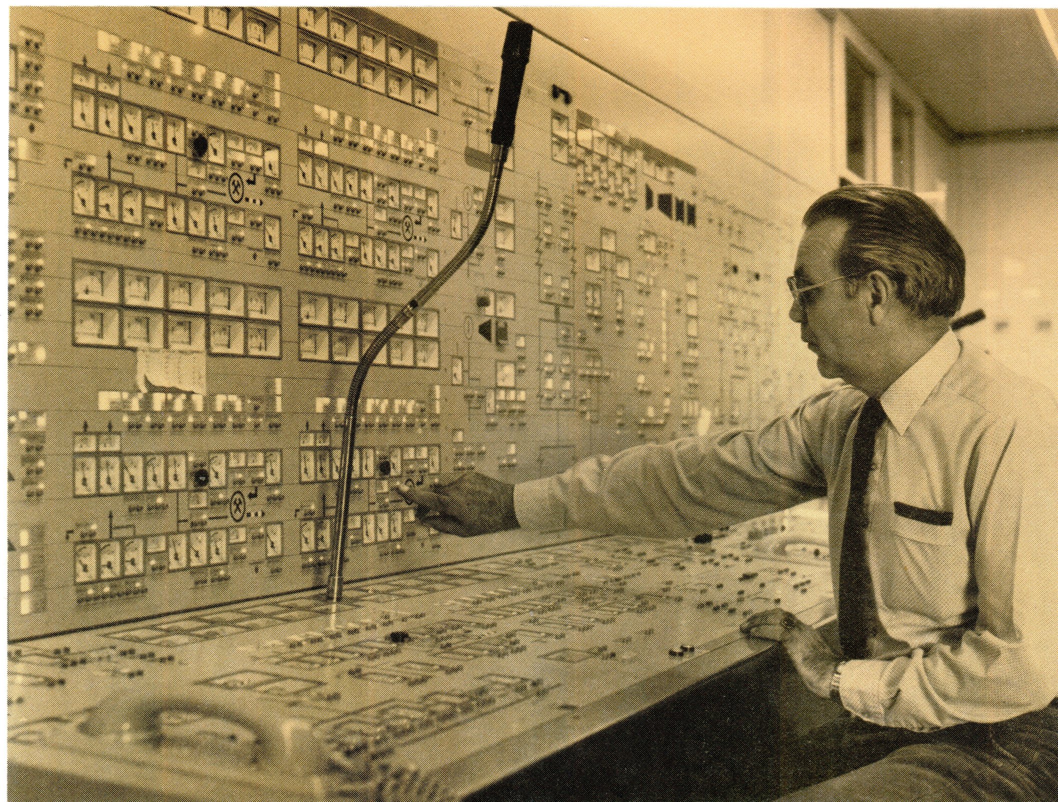
Achter het hekwerk rechts: de condensors van produktie-eenheid 13



Toelichting plattegrond produktie-eenheid 13

1 Turbine met generator
2 Ketel
3 Ketelvoedingpompen
4 Voorwarmers
5 Elektrostatische vliegasfilter
6 Schoorsteen
7 Kolenpark Zuid
8 Stookolietank
9 Ketelwaterreinigingsinstallatie
10 Opslagtank gereinigd ketelwater
11 Vliegas- en slaktransportgebouw
12 Vliegassilo's
13 Slak-opslagplaats
14 Bezinkbekkens voor afvalwater
15 Rookgasontzwavelingsinstallatie*
16 Gipsbereidingsinstallatie*

* Geprojecteerd/In aanbouw

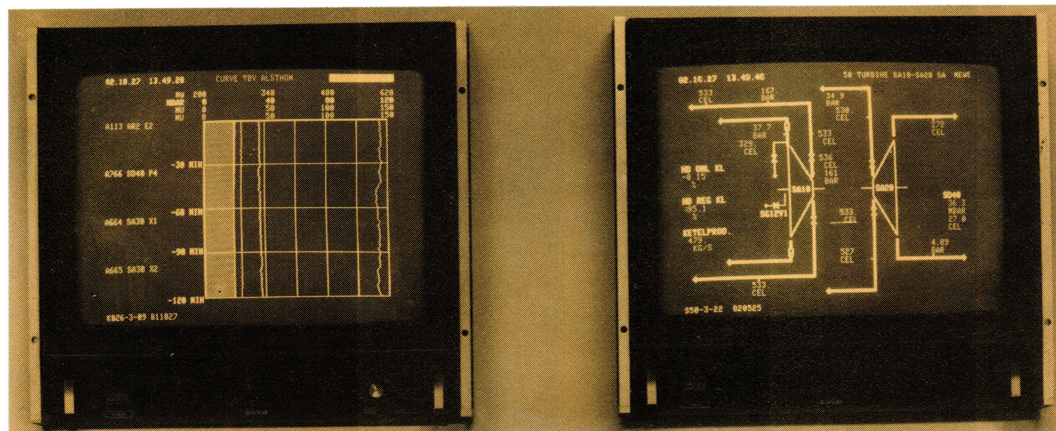


Bedieningspaneel van produktie-eenheid 13

De bediening

Produktie-eenheid 13 wordt op afstand bestuurd vanuit een centrale bedieningszaal. Deze zaal is dag en nacht bemand. In de schakellessenaar en in de wandpanelen bevinden zich de schakelapparatuur, de controlelampen en de meters die het mogelijk maken het gehele proces te sturen en te controleren.
Voor de besturing van de verschillende hulpwerktuigen van 13 wordt veelvuldig gebruik gemaakt van elektronica, bij produktie-eenheid 13 in de vorm van micro-computers. Hier verwerkt een centrale computer de meeste meetgegevens en maakt deze zichtbaar op beeldschermen.

De vraag naar elektriciteit is aan sterke schommelingen onderhevig. Helaas kan elektriciteit niet op grote schaal worden opgeslagen. Daarom moet een produktie-eenheid zich onmiddellijk kunnen aanpassen aan de vraag, want elektriciteit moet worden opgewekt op het moment waarop het gevraagd wordt.



'. . .maakt deze zichtbaar op beeldschermen.'

Bij grote veranderingen in de vraag naar elektriciteit zal de turbogenerator de neiging hebben langzamer of sneller te gaan draaien. Dit kan natuurlijk niet: het aantal omwentelingen per seconde waarmee de generatormotor draait, moet 50 blijven omdat alle elektrische apparaten op 50 hertz zijn afgestemd. Bij afwijking van deze waarde kunnen bepaalde elektromotoren defekt raken en kunnen bijvoorbeeld elektrische klokken achter of voor gaan lopen. Vandaar dat een computer in het controlecentrum in Arnhem er voor zorgt dat de turbogenerator via de regelapparatuur van produktie-eenheid 13 een commando krijgt om meer of minder vermogen te gaan leveren en om met het juiste toerental te blijven draaien.
Bij toenemende vraag gaat de turbine meer stoom opnemen. De automatische regeling van de ketel, die dat meet, zorgt voor meer brandstof, meer verbrandings-lucht en meer water. Zo wordt er meer stoom gemaakt en dus meer elektriciteit.

Als de vraag naar elektriciteit afneemt, bijvoorbeeld 's nachts, verloopt dit proces in tegengestelde zin. Indien de vraag naar elektriciteit dermate groot wordt dat de draaiende produktie-eenheden die belasting niet meer aankunnen, dan moeten uiteraard méér produktie-eenheden in bedrijf worden genomen.



*Kolenpark Noord
met transportbanden en
de zogenoemde opwerper*

De zorg voor het milieu

Bij het gebruik van elektriciteit ontstaan geen *afvalstoffen.* Bij de produktie ervan wel. Naast de zorg voor een zo betrouwbaar mogelijke elektriciteitsvoorziening heeft de PGEM ook de plicht er voor te zorgen dat dit met zo gering mogelijke belasting van het milieu gepaard gaat.
Welke fossiele brandstof ook voor de opwekking van elektriciteit wordt gebruikt, altijd zullen daarbij min of meer schadelijke stoffen ontstaan.
Bij de verbranding van kolen, waarmee wij bij produktie-eenheid 13 immers hoofdzakelijk te maken hebben, blijft een restant over: slak en vliegas.

Slak wordt onder in de vuurhaard opgevangen en vindt zijn weg naar de wegenbouw als vulmateriaal.

Vliegas wordt voor het grootste deel meegevoerd met de rookgassen in de vorm van zeer fijn verdeelde vliegasdeeltjes. Zou daar helemaal niets mee gebeuren, dan zou dit via de hoge schoorstenen in de atmosfeer worden verspreid. Nu wordt deze vliegas voor ruim 99,5% door middel van reusachtige elektrostatische filters uit de rookgassen verwijderd. Het gaat hier om 250 000 ton vliegas per jaar dat door de gehele centrale wordt geproduceerd. Hiervoor



wordt zoveel mogelijk een nuttige toepassing gezocht: vulstof in asfalt etc., terwijl ook een deel – in bolletjes gesinterd – als 'kunstgrind' in beton kan worden toegepast. Het zal evenwel altijd nodig zijn te beschikken over mogelijkheden om op een voor het milieu verantwoorde wijze vliegas tijdelijk of permanent te storten.

Naast het vliegasprobleem betekent toepassing van kolen bovendien, dat er *zwaveldioxyde en stikstofoxyden* gevormd worden die via de schoorsteen in de atmosfeer terechtkomen. Ook bij het stoken van olie vormt dit een probleem. Voor het verwijderen van de *zwaveldioxyde* uit de helft van de rookgassen wordt bij produktie-eenheid 13 een ontzwavelingsinstallatie gebouwd die het karakter zal hebben van een demonstratieproject. In deze installatie wordt zwaveldioxyde uit de rookgassen aan kalksteen gebonden. Daarbij ontstaat als eindprodukt gips.
Er wordt een onderzoek ingesteld naar de mogelijkheid om in de Nijmeegse centrale een kleine proefinstallatie te bouwen voor de verwijdering van *stikstofoxyden.* Dit onderzoek wordt gedaan in overleg met de Provincie Gelderland en de minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne en Economische Zaken.

Een deel van de *warmte* die in de centrale wordt opgewekt, wordt via het koelwater in de rivier de Waal geloosd. Het gaat hier om water met een lage temperatuur: het koelwater is aan de uitlaat in de zomer max. 7 graden warmer dan aan de inlaat, een temperatuurverschil dat vastgelegd is in de vergunning ingevolge de Wet verontreiniging oppervlaktewateren. Het geloosde water is overigens nooit warmer dan 30 graden.
In overleg met Rijkswaterstaat is in het uitlaatkanaal van het koelwater een beluchtingsput opgenomen. Deze put wordt ingeschakeld wanneer het zuurstofgehalte van het Waalwater bij de centrale laag is (minder dan 5 mg/liter). De put zorgt er voor dat zuurstof in het water wordt gebracht, waardoor de kwaliteit ervan wordt verbeterd.

Geluid. De centrale Gelderland staat bij Nijmeegse woonwijken. Om 'burengerucht' tot een minimum te beperken zijn alle 'geruchtmakende' apparaten van de eenheid voorzien van een geluidabsorberende omkasting.
Bij de bouw is getracht een zo groot mogelijke acoustische demping te verkrijgen door o.a. zware fundering, speciale muurvoegen en speciaal plafondmateriaal. Bovendien is de produktie-eenheid in zijn geheel in een gebouw geplaatst.

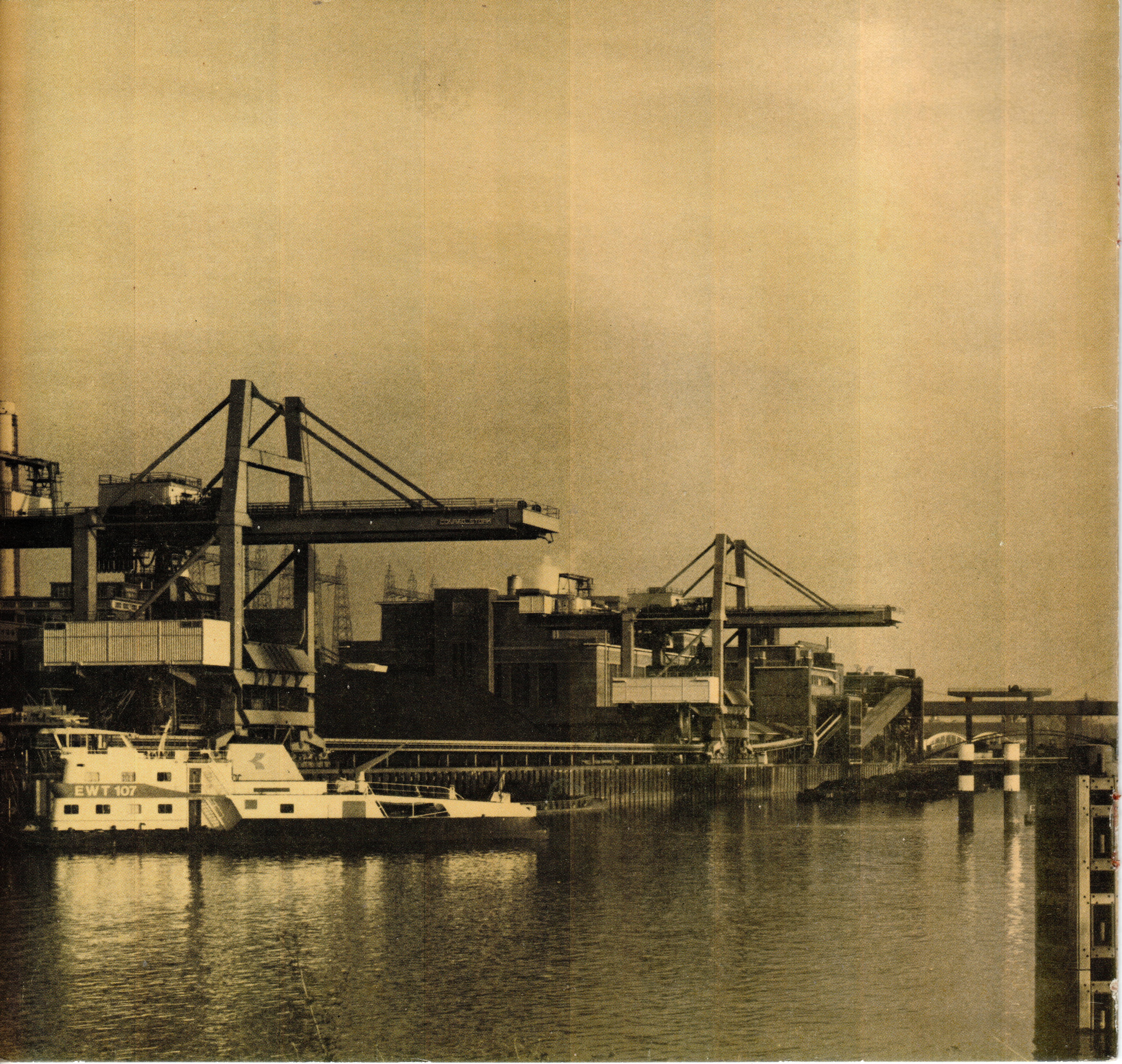
Op de naleving van de milieuwetten wordt door de Provincie voortdurend controle uitgeoefend. De mate van de luchtverontreiniging wordt gecontroleerd door de Dienst Milieuhygiëne van de Provincie. Deze maakt gebruik van meetposten van het landelijk meetnet. Ook de PGEM beschikt over een uitgebreid net van meetplaatsen rondom de centrale, terwijl ook in de installatie van de produktie-eenheid controle-

metingen worden uitgevoerd. De meetgegevens worden door de PGEM door middel van een computer verzameld, verwerkt en opgezonden naar de Rijkswaterstaat en de Dienst Milieuhygiëne van de Provincie.



Silo's waarin de vliegas tijdelijk wordt opgeslagen

Foto's: Aerophoto Teuge en PGEM
Tekeningen: Buro P.H.B. Cloosterman en PGEM
Druk: Tesink bv


EWT 107